



Centre de recherches
sur les communications
Canada
L'organisme
d'Industrie Canada

Communications
Research Centre
Canada
An Agency of
Industry Canada

Coup d'œil technologique

ISSN 1717-7308

Numéro 10 - Printemps 2009 | www.crc.gc.ca

Dans ce numéro...

Le sonomètre du CRC devient une norme internationale

Un niveau normalisé pour toutes les productions destinées à la radiodiffusion devient réalité.

Les communications sans fil atteignent de nouveaux sommets grâce au CRC

Travaux de recherche avec le MDN sur l'utilisation d'aérostats pour améliorer les communications sans fil.

La stéganalyse : déceler ce qui est imperceptible

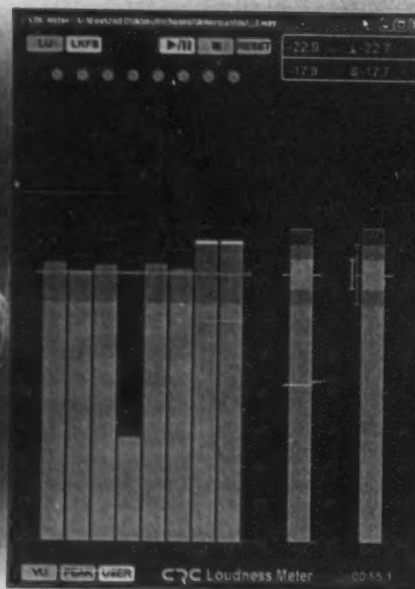
L'entraînement d'un réseau neuronal pour qu'il devienne un « chien-pisteur » électronique à la recherche de ceux qui utilisent la stéganographie à des fins illégales.

Un pas de plus dans le monde de la technologie sans fil

Un logiciel de routage, développé en partie par le CRC, permet d'exploiter le potentiel des réseaux mobiles ad hoc.

Le coin des licences

La valeur du regroupement des licences.



Cette présentation du nouveau sonomètre de l'UIT-R, mis au point par le CRC, résulte de la collaboration entre le CRC et la Société Radio-Canada. Le CRC aide le radiodiffuseur public national du Canada à intégrer le nouveau sonomètre dans ses activités.

Le sonomètre du CRC devient une norme internationale

Le détective avance lentement, son arme à la main, et son ombre est presque invisible sur le mur délabré. Dans le ciel, la lumière de la lune perce à peine les nuages. Il se colle contre le mur en sachant, tout comme vous, qu'il sera abattu si quelqu'un l'aperçoit. La musique, douce mais intense, augmente lentement en arrière-plan. Soudain, dans la noirceur, il entend le craquement d'une brindille. Il se retourne brusquement... et votre émission est interrompue par une publicité qui vous fait bondir de votre siège. Comme un million d'autres spectateurs, vous plongez sur la manette du téléviseur pour baisser le volume.

Canada

Vous pouvez vous abonner à ce bulletin gratuit en envoyant un courriel avec la mention « ABONNEMENT » comme objet à l'adresse suivante : coup-d'oeil-technologique@crc.gc.ca.

CRC

Coup d'œil technologique

Ne soyez pas surpris si cette scène vous semble familière. Les personnes qui écoutent la radio et regardent la télévision se plaignent couramment des énormes variations du niveau sonore entre un message publicitaire et une émission, entre deux stations de télévision et même entre deux émissions d'une même station. Toutefois, à partir du printemps, vous n'aurez probablement plus à vous lancer sur votre manette grâce, en partie, à un nouveau sonomètre mis au point par le Groupe des systèmes audio de pointe du Centre de recherches sur les communications (CRC).

Les hauts et les bas de la conversion numérique

Le réglage du niveau sonore pour les supports radiotélévisés a toujours posé un problème, explique Anthony Caruso, directeur des Nouvelles technologies de radiodiffusion de la Société Radio-Canada (SRC), mais l'avènement de la technologie numérique a fait comprendre aux radiodiffuseurs qu'il faut maintenant trouver une solution.

« Lorsque nous avons commencé le passage de la télévision analogique à la télévision numérique, nous avons constaté que le signal sonore n'était pas transporté séparément du signal vidéo et qu'il était, en fait, compris dans le flux vidéo. »

Cela engendrait un problème, explique Anthony Caruso, puisque les radiodiffuseurs obtenaient le produit (émissions de radio ou de télévision, messages publicitaires) auprès de producteurs du monde entier et qu'un niveau sonore jugé acceptable dans un pays pouvait s'avérer trop faible ou trop élevé dans un autre. Toutefois, l'intégration du signal audio dans le flux vidéo n'offrait qu'une seule solution pour « réduire le volume » : il fallait décoder ou décompresser le signal, régler la partie audio, puis recompresser le tout. Non seulement ce processus était-il coûteux, mais il réduisait également le signal, et surtout le signal vidéo, à un niveau inacceptable.

En l'an 2000, les radiodiffuseurs ont compris que la solution consistait à régler le niveau sonore à l'étape de la production et que la meilleure façon de procéder était de demander à l'Union internationale des télécommunications (UIT) d'établir une norme, c'est-à-dire un niveau sonore que tous les membres respecteraient lors de la production de contenu destiné à la radiodiffusion. Toutefois, pour permettre aux membres de respecter cette norme, il fallait choisir un sonomètre uniforme, et cela, indique Louis Thibault, gestionnaire du Groupe des systèmes audio de pointe du CRC, n'était pas aussi simple qu'on aurait pu le croire. Dans *Batman*, par exemple, une scène où l'on voit exploser une voiture est considérablement plus forte qu'un interlude durant lequel le héros sert sa bien-aimée dans ses bras. Dans une telle situation, les téléspectateurs ne se ruent pas sur la manette pour régler le volume. Alors, comment ces téléspectateurs déterminent-ils si le volume d'une émission est trop fort ou trop faible? L'UIT avait donc besoin d'un sonomètre qui reproduit précisément le niveau sonore perçu par les gens lorsqu'ils regardent la télévision ou qu'ils écoutent la radio, explique Louis Thibault. Il y avait plusieurs sonomètres sur le marché qui prétendaient accomplir cette tâche, mais l'UIT avait besoin de données scientifiques indiscutables pour choisir l'appareil le plus efficace. Elle a donc fait appel au CRC.



Coup d'œil technologique

Le niveau sonore perçu

« Nous devons donc comparer les valeurs du niveau sonore déterminées par les appareils de mesure avec les valeurs du niveau sonore subjectives perçues par les utilisateurs », explique Louis Thibault. « Nous avons besoin d'une base de données sur la façon dont les gens entendent les sons provenant de la radio ou de la télévision. »

L'UIT a demandé à cinq organisations dans le monde, dont le Groupe des systèmes audio de pointe du CRC, d'effectuer des tests subjectifs dans le but de constituer une telle base de données. Des sujets ont donc été conduits dans une salle d'écoute spécialement conçue où ils devaient faire correspondre le niveau sonore d'une série de séquences audio à celui d'une séquence de référence. Les séquences d'essais étaient tirées d'un véritable contenu de radiodiffusion fourni par les partenaires de l'UIT et comprenaient entre autres des bulletins de nouvelles, de la musique classique et des scènes de fusillade. Une fois les tests subjectifs complétés, chaque organisation a transmis ses données au CRC.

« Nous avons d'abord comparé les données reçues pour savoir si tous les différents sites avaient obtenu des résultats semblables », explique Louis Thibault. « Ensuite, nous avons fait une moyenne pour l'ensemble des laboratoires et calculé la perte ou le gain sonore subjectif de chaque extrait par rapport à la séquence de référence. »

En d'autres termes, le Groupe des systèmes audio de pointe a déterminé dans quelle mesure les sujets avaient augmenté ou réduit le son des divers extraits afin d'obtenir le même volume que celui de l'extrait de référence. Cela lui a permis d'obtenir une mesure subjective du niveau sonore perçu pour chaque extrait, puis il l'a comparé à la valeur objective établie par les appareils de mesure. Un appareil de mesure efficace devait noter les extraits de la même façon que les sujets humains de l'étude.

La mise à l'essai des sonomètres

Après la création de la base de données, Gilbert Soulodre, chercheur du CRC responsable de l'étude, a entrepris de vérifier les dix sonomètres présentés à l'UIT et il en a profité pour joindre deux de ses sonomètres aux appareils faisant l'objet de ses essais. Sa vaste expérience des essais audio objectifs et subjectifs lui permettrait de croire que ces deux sonomètres très simples – des algorithmes informatiques, en fait – produiraient des résultats presque identiques à ceux obtenus par les sujets. Dans le cas contraire, ces deux sonomètres pourraient servir de points de référence pour s'assurer que tous les dispositifs et appareils de mesure fonctionnent correctement.

« Les résultats de la comparaison des appareils de mesures ont été présentés lors d'une réunion de l'UIT, à Genève », raconte Louis Thibault. « Gilbert Soulodre a dévoilé ses conclusions, et le comité les a vite comprises. L'un de ses sonomètres avait obtenu une corrélation de 0,98 avec les résultats des sujets. Une correspondance parfaite aurait nécessité une corrélation de 1,0. On pouvait donc conclure que 0,98 était un résultat extraordinaire et que le sonomètre de Gilbert était le meilleur de tous. »

Louis Thibault ajoute que la simplicité du sonomètre de Gilbert a rendu cette conclusion encore plus étonnante. En effet, certains appareils modélisaient les interactions complexes entre les ondes sonores, l'oreille et le cerveau, alors que l'algorithme de Gilbert filtrait simplement les basses fréquences du calcul du niveau sonore et établissait la moyenne de la puissance des éléments restants.

« Cela signifie donc », poursuit Louis Thibault, « que, lorsque vous réglez le volume de votre téléviseur, votre oreille sert de filtre passe-haut, c'est-à-dire qu'elle est moins sensible aux sons de basse fréquence. Puisque votre ouïe est plus sensible aux hautes fréquences, et spécialement à celles entre 100 Hz et 8 kHz, soit les fréquences dominantes de la parole humaine, vous fondez

Coup d'œil technologique

votre calcul du volume sur la sonie de ces fréquences plus hautes. »

Le domaine public

Le CRC a publié ses conclusions et les a laissé au domaine public, ce qui permet à des fabricants d'appareils audio, à des radiodiffuseurs, à des sociétés de production et même à de petites entreprises installées dans des pays plus pauvres d'utiliser ce sonomètre sans devoir verser de redevances.

En avril 2006, l'UIT a choisi le sonomètre du CRC comme norme internationale de sonométrie pour les productions destinées à la radiodiffusion. Son intégration continue au niveau des opérations.

Le sonomètre, mentionne Anthony Caruso, aura une incidence considérable sur les activités de la SRC. « La seule possibilité de mesurer le niveau sonore nous a fait faire un bond prodigieux. La prochaine étape importante consistera à adopter un niveau sonore approuvé par tous. » Et cela, espère-t-il, se produira à la prochaine réunion de l'UIT, prévue à la fin d'avril 2009. L'ordre du jour indique que les délégués devront choisir un niveau normalisé, probablement -24 LKFS, pour tous les programmes destinés à la radiodiffusion. Cette valeur ne signifie certainement pas grand-chose pour les spectateurs, mais ses résultats seront étonnants. Si les délégués acceptent la proposition, vous n'aurez plus jamais à vous précipiter sur votre manette. Restez donc à l'écoute!

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Louis Thibault, gestionnaire de recherche, Systèmes audio de pointe, au 613-990-4349 ou à louis.thibault@crc.gc.ca.

Les communications sans fil atteignent de nouveaux sommets grâce au CRC

Les utilisateurs réclament sans cesse des technologies sans fil qui offrent des communications omniprésentes et très accessibles sur de grandes étendues. Il est de plus en plus difficile de satisfaire à leurs exigences puisque la distance qui les sépare n'arrête pas de croître, comme dans le cas de nombreuses opérations militaires. Les utilisateurs ont besoin de communications à longue portée qui sont fiables, stratégiques et tactiques, et ce, malgré les environnements plus complexes où un terrain accidenté devient la norme.

L'accroissement de la capacité des systèmes de communication sans fil pose un défi de taille. Dans le but de relever ce défi, le Groupe de recherche sur les applications sans fil et les systèmes (RASFS) du Centre de recherches sur les communications (CRC) a travaillé avec le Directeur - Administration du programme



Des chercheurs lancent un aérostat.

Coup d'œil technologique

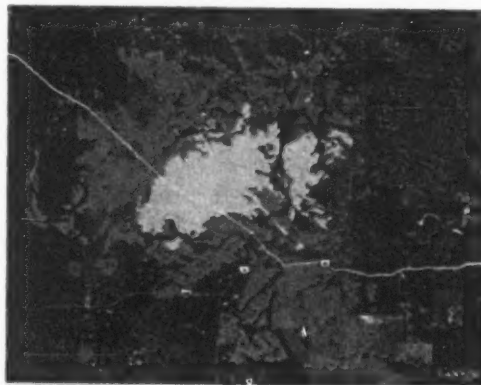
des systèmes de commandement terrestre 3 (DAPSCT 3) du ministère de la Défense nationale (MDN) sur l'utilisation d'aérostats pour améliorer les communications sans fil. Un aérostat est un objet plus léger que l'air qui peut s'élever très haut au-dessus du sol tout en conservant une position relativement fixe. Il peut servir à améliorer considérablement la couverture en visibilité directe d'une radio de station de base pour un certain nombre d'utilisateurs au niveau du sol.

« Les Forces canadiennes sont constamment à l'affût de nouvelles technologies menant à des approches novatrices pour ses opérations quotidiennes », explique Cy Aiken, ingénieur principal des systèmes du DAPSCT.

Des chercheurs ont mené la première étape de leur étude à la Base des Forces canadiennes Suffield, en Alberta, en décembre 2008, moment où le MDN a lancé son premier aérostat. Ils ont choisi un ballon captif à lancement rapide de 17 mètres. Ils l'ont laissé s'élever à 180 mètres au-dessus du sol pendant l'exécution de différents essais des technologies sans fil de la charge utile suspendue sous le ballon.

Le Groupe de RASFS a mis à l'essai l'une de ces technologies, soit un système WiMAX fixe sans fil à large bande fondé sur la norme 802.16. Pour ce faire, les chercheurs du CRC ont inséré une station de base WiMAX et une antenne omnidirectionnelle dans la charge utile de l'aérostat. Une fois le ballon en vol, ils ont effectué une série d'essais au niveau du sol à l'aide d'un nombre maximal de dix unités d'abonné communiquant entre elles par l'entremise de la station de base fixée à l'aérostat. Les chercheurs ont prêté une attention particulière à la portée accrue des unités d'abonné en raison de l'élévation de la station de base de l'aérostat, à la hausse du débit entre les utilisateurs à cause de l'amélioration des conditions de visibilité directe ainsi qu'à l'amélioration de la couverture omniprésente.

Les résultats préliminaires indiquent que les aérostats peuvent effectivement s'avérer une technologie viable pour améliorer les communications sans fil lors d'opérations militaires. Le Groupe de RASFS continuera de collaborer avec le DAPSCT dans ce domaine prometteur.



Le diagramme illustre l'amélioration de la couverture obtenue grâce à l'aérostat. Le jaune correspond aux prévisions obtenues à l'aide d'un outil perfectionné de planification des radiofréquences pour la couverture de la station de base située à une trentaine de mètres au-dessus du sol, alors que le vert représente la couverture améliorée obtenue en élevant la station de base à 180 mètres au-dessus du sol à l'aide d'un aérostat. Cette amélioration est considérable, car la portée atteint jusqu'à 50 kilomètres dans certaines directions.

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Joe Fournier, ingénieur principal de recherche du Groupe de RASFS, au 613-949-0175 ou à joe.fournier@crc.gc.ca.

Coup d'œil technologique

La stéganalyse : déceler ce qui est imperceptible

La stéganographie est l'art ou la science de la dissimulation des communications. Elle fait partie des méthodes d'espionnage et des stratégies militaires depuis plus des millénaires. Dans les *Histoires d'Hérodote*, écrites en 440 avant Jésus-Christ, l'auteur raconte l'histoire d'Histiaeus qui a rasé la tête de son esclave le plus fidèle afin d'y tatouer un message avant de l'envoyer, une fois sa chevelure repoussée, à travers les lignes ennemies pour livrer ce message. Contrairement à la cryptographie, pour laquelle le message est évident, mais la signification demeure obscure, le but de la stéganographie consiste à cacher complètement le message pour que seuls l'expéditeur et le destinataire en connaissent l'existence, une méthode que Ken Sala du Centre de recherches sur les communications (CRC) appelle la « dissimulation en plein jour ». Et comme chaque chose du monde moderne, la stéganographie est passée à l'ère numérique.

« La plupart des gens l'ignorent, mais chaque fois qu'ils visitent un site Web, ils téléchargent les photographies de ce site dans leur ordinateur », explique Ken Sala.

Cette situation et la récente prolifération de logiciels stéganographiques peu coûteux et faciles à utiliser signifient que ces personnes possèdent peut-être déjà, à leur insu, des fichiers modifiés ou « sales » dans leur ordinateur. Une telle situation inquiète beaucoup d'entreprises et de ministères. La majorité des logiciels stéganographiques servent à des fins légitimes, mais on craint que ces puissants programmes soient utilisés pour dissimuler des activités illégales, comme le vol de secrets commerciaux ou l'échange de pornographie juvénile. Les entreprises privées et les ministères cherchent comment protéger leurs ordinateurs et leurs sites Web contre les fichiers corrompus.

« Quand on apprend que le nombre d'images échangées quotidiennement sur Internet dépasse les 2,5 billions », souligne Ken Sala, « on saisit instantanément l'ampleur éventuelle du problème. »

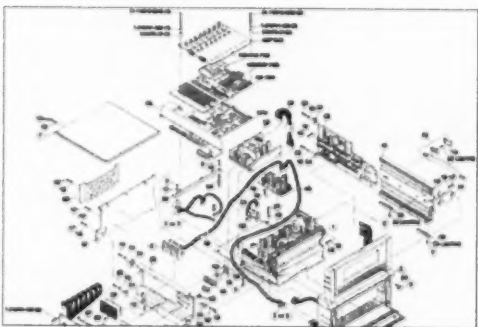
La plupart des logiciels stéganographiques sont utilisés de façon légitime pour protéger des fichiers



Image originale qui dissimule les données de l'image cachée



Image originale qui montre la portion contenant les données de l'image cachée



Fichier extrait

Coup d'œil technologique

d'ordinateur. À l'ère de l'ordinateur portable, chaque disque dur peut contenir des fichiers commerciaux secrets, des mots de passe bancaires ou des renseignements personnels. De tels logiciels peuvent servir à cacher l'information sensible et, ainsi, à la protéger en cas de perte ou de vol d'un ordinateur portable. De nombreuses entreprises souhaitent également protéger leurs ordinateurs de bureau en milieu de travail, et surtout ceux utilisés par des personnes travaillant sur des projets classifiés.

Ken Sala s'intéresse à un autre aspect de la stéganographie, soit la science de la stéganalyse. Le but de la stéganographie consiste à dissimuler le message, mais les recherches de Ken Sala portent plutôt sur les façons de détecter les fichiers modifiés. La stéganographie numérique nécessite un ou plusieurs fichiers de transport (souvent des fichiers images) et l'image ou le message que l'expéditeur souhaite caché. Ce qu'il faut comprendre, explique Ken Sala, c'est que les logiciels stéganographiques intègrent l'image cachée dans le code binaire du fichier de transport. Il n'y a aucune « image dans l'image ». Même si vous observiez sans arrêt, vous ne verriez jamais le fin contour de l'image cachée. En fait, explique Ken Sala, la stéganographie numérique utilise le code binaire pour exploiter une faiblesse de l'œil humain.

Chaque pixel d'une image numérique est composé de 24 bits d'information, c'est-à-dire d'une série de « 0 » et de « 1 » qui détermine la couleur du pixel. Avec ces 24 bits, un ordinateur peut générer plus de 16 millions de couleurs, soit bien plus que l'œil peut en distinguer. Ainsi, pour dissimuler un message, les logiciels stéganographiques « volent » des bits à chaque pixel et les remplacent par le code binaire du fichier numérique secret. En volant seulement les bits les moins importants de chaque pixel, l'œil humain ne peut pas détecter la très légère altération des teintes. Ainsi donc,

quelle quantité d'information peut-on cacher dans un cliché?

« Songeons seulement à une caméra numérique ordinaire », explique Ken Sala. « Chaque image contient 3 600 pixels sur 2 400 pixels, et chaque pixel compte 24 bits. Je peux facilement voler six bits à chaque pixel sans altérer de façon visible les couleurs. Cela signifie donc que je peux cacher un message de plus de 50 mégabits dans chaque image. Le texte complet de la Bible compte moins de 50 mégabits. »

Pour extraire l'image ou le message caché, le destinataire doit utiliser un logiciel pour dépouiller le code du fichier de transport et obtenir ainsi le code du message secret. Il réassemble ensuite les bits pour former un fichier JPG, GIF ou autre. La simple substitution du code du message caché aux bits les moins significatifs est relativement facile à détecter, précise Ken Sala, mais les nouveaux outils stéganographiques de pointe permettent aux utilisateurs de chiffrer leur code avant de l'intégrer dans le fichier de transport ou de le répartir dans plusieurs fichiers. Chaque image de l'« album de famille » peut donc contenir une partie chiffrée du code de l'image ou du message caché. Voilà ce qui rend extrêmement difficile la détection de ces fichiers modifiés, s'exclame Ken Sala.

Les recherches de Ken Sala se concentrent sur l'utilisation des réseaux neuronaux pour détecter les fichiers cachés. Les réseaux neuronaux, explique-t-il, sont des réseaux d'ordinateurs composés de simples « neurones artificiels » qui traitent de l'information. Ensemble, ces « neurones artificiels » fonctionnent beaucoup comme le cerveau humain, c'est-à-dire qu'ils tirent des leçons de leurs expériences passées et qu'ils trouvent de nouvelles façons de résoudre des problèmes. Selon Ken Sala, l'utilisation d'un réseau neuronal pour la recherche de fichiers modifiés comporte un double avantage. Premièrement, les réseaux neuronaux

Coup d'œil technologique

peuvent traiter de grandes quantités d'information.

« Vous pouvez présenter des dizaines de milliers d'images par seconde à ces réseaux neuronaux pour obtenir une réponse instantanée : correct ou suspect. »

Deuxièmement, ils sont capables d'apprendre à mesure que les stéganographes complexifient leurs convolutions pour dissimuler de l'information et, conséquemment, d'évoluer et de s'y adapter. Mais avant d'effectuer une tâche complexe comme la détection de fichiers cachés, indique Ken Sala, il faut entraîner chaque réseau neuronal en lui présentant le plus grand nombre possible de variétés de fichiers propres ou modifiés.

« Cet apprentissage ressemble à celui d'un enfant. On commence par des choses simples, puis on passe à des éléments plus difficiles tout en formulant continuellement des commentaires. »

Ken Sala construit actuellement une base de données de fichiers propres et sales et il essaie de trouver les façons les plus abjectes d'intégrer des messages cachés. Ces fichiers serviront ensuite à entraîner chaque réseau neuronal à détecter les anomalies structurelles d'un fichier dissimulant un message caché. S'il réussit, s'il devient capable d'entraîner un réseau neuronal à signaler des fichiers suspects, alors il obtiendra l'équivalent d'un chien-pisteur. Grâce à un outil aussi puissant et à sa grande capacité de traitement de fichiers en peu de temps, on pourra consacrer les ressources au craquage de fichiers suspects seulement.

« Pour accomplir une tâche semblable », affirme Ken Sala, « nous avons besoin d'un dispositif rapide, capable d'évoluer et d'apprendre, mais nous avons aussi besoin d'un outil conçu en interne, qui n'appartient pas au domaine public. Chaque fois qu'un nouveau type de logiciel stéganographique est mis sur le marché, les personnes qui utilisent cette technologie à des

fins illicites savent déjà comment le contourner. Les réseaux neuronaux rendront un tel contournement presque impossible. »

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Ken Sala, chercheur scientifique, Électroniques intégrées, à info@crc.gc.ca ou au 613-998-2823

Un pas de plus dans le monde de la technologie sans fil

En octobre 2008, le Centre de recherches sur les communications (CRC) a accueilli le quatrième atelier sur le protocole OLSR (Optimized Link State Routing). Les participants, venus de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Asie, n'avaient qu'une seule idée en tête : examiner et éprouver la nouvelle version du logiciel qui favorisera l'instauration d'un véritable monde sans fil. Ce logiciel, conçu en partie par le CRC, permettra aux ordinateurs de communiquer, et de former des réseaux, malgré l'absence d'infrastructure.

Les réseaux mobiles ad hoc (MANET), explique Maoyu Wang, ingénieur de recherche des Systèmes de réseaux mobiles ad hoc et de capteurs du CRC, possèdent un énorme potentiel d'utilisation dans des situations où l'infrastructure a été détruite par une catastrophe naturelle ou une guerre. Mais ils comportent également une petite touche canadienne, ajoute-t-elle. En effet, les MANET peuvent relier entre eux les habitants de collectivités rurales et, dans certains cas, ils peuvent aussi connecter ces collectivités à Internet au moyen de nœuds semblables à des « pierres de gué ». On trouve déjà plusieurs prototypes de MANET en Europe, mais la version actuelle du logiciel de routage (OLSR 1) limite leur utilité dans des situations concrètes, un obstacle que Maoyu Wang et ses collègues du CRC ont entrepris d'éliminer. Lors de l'atelier d'octobre au CRC, Maoyu Wang a dévoilé les travaux du

Coup d'œil technologique



Les participants de l'atelier sur le protocole OLSR d'octobre 2008. Rangée arrière, de gauche à droite : Pedro Villanueva-Pena, Canada; Justin Dean, États-Unis; Thomas Heide Clausen, France; Henning Rogge, Allemagne; Joakim Flathagen, Norvège. Rangée avant, de gauche à droite : Maoyu Wang, CRC, Canada; Aaron Kaplan, Autriche; Jiazi Yi, France; Ulrich Herberg, France; Ronald in 't Velt, Norvège; Yannick Lacharité, CRC, Canada; Toru Matsuda, Japon; Dang Nguyen, CRC, Canada.

laboratoire sur l'OLSR 2, une nouvelle version du protocole de routage qui permet l'échange rapide et précis de données à l'intérieur d'un réseau mobile ad hoc sans reproduire les limites et les problèmes inhérents à la première version.

« Pour créer un réseau à l'aide d'Internet », explique Maoyu Wang, « il faut avoir une infrastructure. Il faut des routeurs et des balises de communication, c'est-à-dire des points fixes qui dirigent les paquets de données vers les différentes adresses. Avec des réseaux mobiles ad hoc, il n'y a aucun point fixe, et chaque ordinateur joue simultanément le rôle de routeur et d'hôte final. »

Il est toutefois difficile de transformer un ordinateur en routeur, mentionne Maoyu Wang. Pour devenir un routeur de réseau, chaque ordinateur doit « savoir » comment envoyer, recevoir et transmettre des paquets de données de manière à ce qu'ils parviennent au destinataire en empruntant le chemin le plus efficace, même si le nœud final se trouve à plusieurs « bonds », c'est-à-dire même si les paquets de données doivent traverser plusieurs ordinateurs du réseau pour rejoindre l'hôte final.

Par conséquent, chaque ordinateur doit toujours connaître la topologie du réseau et pouvoir déterminer le meilleur chemin de transmission sans accaparer la mémoire ou la capacité de traitement puisqu'il s'agit d'une activité d'arrière-plan, invisible aux yeux de l'utilisateur. De plus, pour compliquer les choses, la topographie du réseau est souple. Par exemple, à la suite d'une catastrophe naturelle, de nouvelles équipes de sauvetage pourraient arriver rapidement sur place et se joindre à un réseau mobile ad hoc pour coordonner leurs efforts. Lors d'une mission de combat ou de maintien de la paix, un groupe de soldats pourrait prendre le contrôle d'un secteur, puis se déplacer rapidement vers le prochain village, situé à plusieurs kilomètres, tout en maintenant un nœud actif à coordonner avec ceux d'autres troupes.

La première version du protocole OLSR permet de transférer des paquets de données à l'intérieur d'un réseau mobile ad hoc, précise Maoyu Wang, mais le système n'a pas la souplesse requise pour exécuter des applications concrètes. La compatibilité constitue donc un problème.

« Avec la première version », indique-t-elle, « votre ordinateur doit comprendre la définition stricte

Coup d'œil technologique

du paquet que mon ordinateur lui envoie pour pouvoir le lire. Si une petite partie du paquet est incompréhensible, votre ordinateur rejette l'ensemble du paquet, et la communication devient impossible. »

En outre, ajoute-t-elle, la première version du logiciel est rigide. On ne peut pas modifier partiellement le logiciel, ce qui rend difficile l'ajout de fonctions jugées nécessaires par les chercheurs, comme la sécurité et les hiérarchies de réseau.

« Nous avons besoin d'un nouveau type de protocole plus souple, aisément extensible et capable de supporter un nouveau type de réseau. »

Pour développer la nouvelle version du protocole OLSR, Maoyu Wang et ses collègues ont pris des décisions délibérées dès le début du processus. Premièrement, raconte-t-elle, ils ont choisi de concevoir le nouveau logiciel à l'aide de la programmation orientée sur l'objet. Cela leur a permis de créer le protocole à l'aide de modules ou de composants, ce qui donne une version beaucoup plus souple et dans laquelle il est possible de remplacer un composant sans toucher aux autres.

« De cette manière, nous pouvons porter le logiciel d'un système d'exploitation à un autre. Tout ce qu'il faut faire, c'est de modifier le composant qui communique avec le système d'exploitation. »

Maoyu Wang a également décidé d'utiliser le langage de programmation C++ pour la nouvelle version du protocole OLSR. Cette décision complique le codage du protocole, mais elle permet d'obtenir un produit plus performant (par comparaison avec les autres langages) et plus souple.

« Lorsque votre ordinateur reçoit un paquet à l'aide de la deuxième version du protocole de routage, il ne rejette que les parties qu'il ne comprend pas et il utilise les parties qu'il saisit. Voilà le premier niveau de souplesse », explique Maoyu Wang, qui poursuit

qu'en plus, on peut y ajouter des fonctions et on peut étendre les réseaux selon les besoins.

L'extensibilité facile du nouveau protocole OLSR permet de créer des hiérarchies, précise Maoyu Wang. En d'autres termes, les appareils les plus puissants deviennent nœuds de concentration ou de balise, ce qui accroît l'efficacité et le débit de transfert des données. L'ajout possible de composants permettra également aux concepteurs d'intégrer dans chaque réseau mobile ad hoc des outils de sécurité pour aider le réseau à détecter un intrus ou à signaler toute activité suspecte aux utilisateurs. La protection adéquate d'un réseau est une caractéristique essentielle demandée par la presque totalité des applications concrètes.

L'atelier d'octobre marque donc une étape importante pour Maoyu Wang et ses collègues. À l'instar de plusieurs autres groupes travaillant sur des protocoles OLSR de deuxième génération, Maoyu Wang a dévoilé les travaux en cours du CRC. Après seulement quatre mois de développement, Maoyu Wang et ses collaborateurs ont produit le seul progiciel fonctionnel et prêt pour le banc d'essai. À l'aide du nouveau logiciel, les participants de l'atelier ont créé un réseau mobile ad hoc de dix nœuds et mis à l'épreuve la nouvelle version du protocole OLSR pour la première fois.

« Nous voulions recueillir des commentaires », affirme Maoyu Wang avec fierté. « On nous a dit que notre version était la meilleure – la meilleure structure, la meilleure extensibilité, la meilleure capacité d'extension – de toutes celles présentées lors de l'atelier. »

La réussite de l'essai et les précieux commentaires des participants de l'atelier permettent à Maoyu Wang de s'attendre à utiliser concrètement la nouvelle version du protocole OLSR au cours de la prochaine année, un exploit rendu possible grâce à l'appui indéfectible du chef de

Coup d'œil technologique

son laboratoire, Louise Lamont, gestionnaire de recherche pour les Systèmes de réseaux mobiles ad hoc et de capteurs. Qui plus est, ajoute Maoyu Wang, le protocole suscite un intérêt considérable dans les secteurs militaires et civils.

« Nous sommes très fiers du nouveau protocole OLSR », souligne Louise Lamont. « Au CRC, nous envisageons un avenir prometteur pour l'utilisation du protocole OLSR 2 dans les réseaux mobiles ad hoc tactiques en raison de sa souplesse et de sa polyvalence. »

Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Maoyu Wang, ingénieur de recherche, Systèmes de réseaux mobiles ad hoc et de capteurs, à maoyu.wang@crc.gc.ca ou au 613-991-1671.

Le coin des licences

La valeur de la communauté de brevets

Que peuvent avoir en commun une technologie pour les machines à coudre qui remonte aux années 1850 et la technologie moderne des réseaux de Bragg? Dans chaque cas, l'octroi de licences a pris de l'ampleur après que les brevets clés ont été regroupés.

Les communautés de brevets existent depuis 1856, lorsque la Sewing Machine Combination a regroupé divers brevets portant sur les machines à coudre. Au début des années 1990, le CRC et United Technologies Corporation, une entreprise américaine, ont mis en commun leurs brevets respectifs relatifs aux réseaux de Bragg en une seule communauté de brevets, par concession réciproque de licences. Depuis le regroupement de l'ensemble des 11 brevets dont les titulaires potentiels de licences ont besoin pour employer cette technologie, cette dernière a été octroyée sous licence à plus d'une quarantaine d'entreprise dans le monde entier, entraînant des recettes de plus de 10 millions de dollars en droits de propriété intellectuelle (PI) pour le CRC.

Après la réussite de la communauté de brevets pour les réseaux de Bragg, le CRC a signé son second accord de concession réciproque de licences, cette fois avec la société Toshiba, pour regrouper leurs brevets respectifs sur les coupleurs réalisés par fusion, ouvrant ainsi la voie à une autre réussite commerciale.

Dernièrement, le CRC a même vendu certains brevets regroupés plus vieux, qui ont remporté un certain succès sur le marché. Deux communautés de brevets ont été vendues au cours de l'an dernier, entraînant des revenus de près de 1,7 million de dollars. Outre ces recettes, le CRC bénéficiera d'économies pour la gestion des brevets.

« Obtenir des ventes n'était pas de tout repos », affirme Jeet Hothi, directeur du Bureau de transfert de technologie du CRC. Le Bureau a pour mandat de protéger, de gérer et d'exploiter le portefeuille de PI du CRC et d'en tirer le meilleur parti pour le CRC et Industrie Canada, tout en fournissant des avantages industriels aux petites et moyennes entreprises canadiennes.

« Après de longues négociations financières et juridiques, des accords ont été signés », ajoute M. Hothi, « mais obtenir l'argent a posé problème. » En raison du fait qu'il n'y a aucune disposition dans les règlements régissant les contrats fédéraux pour une rémunération fondée sur les commissions, le CRC ne disposait d'aucun mécanisme simple pour collecter le montant brut et payer la commission du courtier. La transaction a dû être menée à bien par l'intermédiaire d'un dépositaire légal.

Malgré les difficultés, le CRC continue de tout mettre en œuvre pour consacrer suffisamment de ressources afin d'assurer la réussite commerciale de tous ses brevets. « Des brevets sont accordés aux laboratoires de l'État seulement après l'investissement d'importantes sommes

Coup d'œil technologique



provenant des fonds publics dans des travaux de R-D », précise M. Hothi. « En l'absence de toute perspective d'octroi de licences à des intérêts canadiens, il est sage d'essayer de vendre sur les marchés mondiaux ces éléments d'actif de

l'État susceptibles de rapporter beaucoup d'argent. » M. Hothi explique que le bénéfice net est le financement additionnel réuni par le laboratoire, qui est ensuite réinvesti dans les programmes de recherche et partagé avec le(s) chercheur(s) pour récompenser l'innovation, conformément aux dispositions de la *Loi sur les inventions des fonctionnaires*.

Le Bureau de transfert de technologie du CRC est le premier point de contact des entreprises et d'autres entités qui désirent conclure avec le CRC diverses formes d'accords de coopération et de licences. Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Jeet Hothi, directeur du Bureau de transfert de technologie, au numéro 613-990-2089 ou à l'adresse jeet.hothi@crc.gc.ca.

Maintenant en ligne : l'histoire de réussite de la radio logicielle

Qui n'aime pas se faire raconter une bonne histoire, en particulier quand elle fait valoir une réussite canadienne? L'histoire de l'apport du CRC à la mise au point de la radio logicielle, une nouvelle technologie fort prometteuse, est une véritable source d'inspiration.

L'histoire débute par un drame : des équipes de secours ne peuvent pas communiquer entre elles lors d'une situation d'urgence. Elle passe ensuite rapidement aux efforts pour trouver le coupable : des radios conçues pour envoyer et recevoir uniquement les ondes propres à chaque fabricant, utilisant du matériel de propriété exclusive. Le récit se poursuit par la présentation des protagonistes – les membres de l'équipe du Groupe des systèmes de radios avancées du CRC – et précise leurs efforts pour en arriver à une solution : mettre au point un logiciel pour traiter les signaux, plutôt que du matériel spécialisé.

En cours de route, l'histoire fait état des luttes qui ont été livrées, comme les deux mois dépensés à se pencher sur les normes et les spécifications militaires, pour trouver en fin de compte qu'il manquait trop de pièces pour concevoir une radio qui fonctionne. Elle fait part des réussites, y compris l'acceptation à l'échelle internationale de la proposition de l'équipe pour trouver une solution aux problèmes. Voilà le point pivot du récit, puisque c'est à partir de là que l'équipe a remporté le succès final : la conception d'un prototype de radio logicielle qui peut être facilement reproduit, en y ajoutant une trousse d'outils pour fournir aux entreprises – y compris à des entreprises canadiennes – la possibilité de se lancer dans la radio logicielle.

Bref, cette histoire se mérite cinq étoiles! Pour lire le texte complet, visitez http://www.crc.gc.ca/fr/html/crc/home/mediazone/success_stories/sdr_feb09.

La mission du CRC est de jouer, dans le domaine des communications, le rôle de centre d'excellence en R-D du gouvernement fédéral, ainsi que de service-conseil indépendant, à l'appui de l'élaboration de politiques gouvernementales. Le CRC a aussi le but de participer aux activités visant à cerner et à combler le déficit d'innovation propre au secteur des communications au Canada, c'est-à-dire :

- ▶ en concluant des partenariats avec l'industrie ;
- ▶ en édifant l'intelligence technique ;
- ▶ en accordant du soutien aux petites et moyennes entreprises de haute technologie.